

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

Aタイプ研究分野「環境・エネルギー」

研究課題名「水資源診断と分散型浄化システムにより

生活用水の安全性を確保する技術の強化と普及促進」

相手国名：ネパール連邦民主共和国、ガーナ共和国

終了報告書

研究期間

2020年4月1日から2022年3月31日まで

研究代表者：西田 継

山梨大学大学院総合研究部附属国際流域環境研究センター・教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

※年次計画書 (A 補足) に基づき研究の主なスケジュールを記入ください。

※研究開始時の計画から変更のあった項目のスケジュールについては、赤線で記入ください。

研究題目・活動	R2年度				R3年度			
	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月
1. 研究題目1								
1-1 研究活動1-1	ガーナ：水循環データの収集				ガーナ：水循環の地図化			
1-2 研究活動1-2		ネパール：地図情報の集約	ガーナ：地図情報の集約	情報共有プラットフォームの作成	ネパール：地図情報の集約		情報共有プラットフォームの作成	
2. 研究題目2	ネパール：情報公開について討議	ガーナ：調査地の選定	ガーナ：水質・健康データの収集	ネパール：水質・健康データの収集	ネパール：水質データの収集			
2-1 研究活動2-1		ネパール：水質・健康データの収集	ネパール：健康データの収集	ネパール：水質データの収集	ネパール：水質データの収集			
2-2 研究活動2-2			ガーナ：健康関連データの収集		ガーナ：水質データの収集			
3. 研究題目3			ネパール：水処理装置の規模の多様化					
3-1 研究活動3-1	本邦：水処理装置の実証実験		ネパール：水処理装置の規模の多様化			ネパール：水処理装置の規模の多様化		
3-2 研究活動3-2			ガーナ：水処理技術の可能性検証	ネパール：水処理装置の設置、試運転と性能評価※1 (業務委託機関 (CREWW) による作業 (1月末))		ネパール：水処理装置の対象の多様化		
機材導入 水処理装置	本邦：調達	ネパール設置 (含現地調達)	ネパール設置 (含現地調達)	一部持ち帰り		一部持ち帰り		
オンライン会議 渡航 (現地) 活動		現地打合せ ネパール：雨季調査 (現地)	現地打合せ ネパール：乾季調査 (現地)	現地打合せ ネパール：乾季調査 (現地)		ネパール：LCD継続・普及に関するKVWSMBとCREWWの協力的体制合意		
		ネパール：水処理装置の立ち上げ (現地)	ネパール：水処理装置の立ち上げ (現地)			ネパール：水処理装置 (1人・14日)		

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点 (該当する場合)

- ・全体構想に変更はないが、3つの研究題目すべてにおいて、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の影響を受け、全体的に実施計画の変更を余儀なくされた。
- ・研究題目1では、ガーナの水循環データ収集を2020年9月までに完了する予定であったが、年度当初に大学での研究活動が制限されたことなどの影響により、実施期間を2021年3月まで延長した。また、収集したデータの地図化や地図情報の集約及び情報プラットフォームの作成については、2021年度に実施するよう計画の見直しを行った。ネパールを対象とした情報の集約化と情報プラットフォームの作成についても同様の理由により、2021年度実施とした。
- ・その他の詳細については、II及びIIIに記載した。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

・成果目標の達成状況とインパクト等

期間内の達成目標は、先行 SATREPS を発展させて、水の安全性診断・処理・評価を連結させた技術の信頼性と汎用性を高め、その経済性と健全性をユーザーに明示することで、実装の障壁であった技術導入のインセンティブを創出することと、ネパールで構築した上記の技術 (カトマンズモデ

【終了報告書】

ル)をサブサハラ・アフリカ地域に適用するための課題を抽出することである。以降に記した通り、これらの目標はいずれも概ね達成することができた。短期間のプロジェクトであるため社会インパクトの実証は難しいが、各種メディアで本課題の取り組みが報じられた。また、期間末に招待参加した第2回 Japan-ASEAN Multi-Stakeholder Strategic Consultancy Forum で開発技術による成果と国際協働のプロセスを紹介し、各国の専門家や関係者から他地域での展開に期待や取材依頼が寄せられた。

・プロジェクト全体のねらい（これまでと異なる点について）

当初目標からの変更点はない。

・SDGs 達成に向けた重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性（これまでと異なる点について）

当初目標からの変更点はない。

・研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援(研修、若手の育成)およびネットワーク構築等

研究体制は、研究代表者として山梨大学の西田、共同研究者として北里大学の清、国際コーディネーター、3つの研究班のリーダーと教員・研究員・学生メンバー、両大学の事務支援組織から成り、十分な連携のもとで着実かつ効率的に運営されている。国際コーディネーターに起用した若手職員は、本事業において協働の実績を積んだことで、次年度以降、国際協力機構（JICA）へのキャリアを獲得することができた。また、本事業には、日本側若手教員5名、研究員6名（うち相手国研究員2名）、博士課程学生8名がメンバーとして参加し、次世代を担う者達に国際的な環境研究の専門家として経験と実績を重ねる機会を提供することができた。特に、新型コロナウイルス感染拡大により渡航が厳しく制限される中、現地に滞在するネパール人研究員が地元カウンターパートと協力しながら試料採取、データ収集、システム管理等の研究活動を着実に進めることができたのは非常に大きな貢献であった。さらに、事業期間にネパールとガーナの両国から修士課程計3名、博士課程計1名の新入学生を迎え、研究と教育の双方で国際協働を加速させる可能性を広げることができた。

(2) 研究題目1：「水循環の地図化」（リーダー：山梨大学 石平博）

①研究題目1の当初の計画（全体計画）に対する研究期間での達成状況とインパクト

チームとして初めて研究対象とするガーナについて、水資源診断に必要な水文、気象、地形、地質等の自然環境データ、潜在的な水需要を推計・予測のための人口、産業分布、土地利用等の統計データ、給水量や利用水源等の水利用データの収集を実施した。なお、データ収集に際しては、当該地域における気象・水文観測網の整備が十分でないことに加え、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により現地研究機関を訪問し、データ収集が実施できなかったことを補うため、各種衛星プロダクトや広域地理情報を最大限活用した。プロジェクト開始当初に大学での研究活動が制限されたことや期間全体を通じての渡航制限の影響もあったが、予定していたデータ収集を期間内に完了することができた。自然環境・各種統計・水利用に関する情報を統合し、対象地域で初めて水資源診断のための基盤情報を整備できたことは大きな成果と言える。また、収集したデータを地図化・共有する仕組み（地図化・情報共有プラットフォーム）についても、当初予定通りに構築することができた。

【終了報告書】

②研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

ガーナでは、各種衛星プロダクトや広域地理情報、政府・研究期間が公開している報告書、既往研究論文などを最大限活用しながら、水循環に関する情報を整備することができた。また、ネパールでは、先行プロジェクト（SATREPS）から継続している研究協力体制が有効に機能し、現地研究者との連携や情報共有をスムーズに進めることができた。このように、対象国への渡航が難しい状況下にあっても、最新の地球観測情報やこれまで培ってきた人的ネットワークを活用しながら研究を推進できたことは、当初想定していなかった新たな展開と言える。また、収集したデータを活用した流域水循環モデリング（Volta 川流域、Densu 川流域）や衛星情報を活用した貧困指標の分布・経年変化解析など当初計画で想定していた「基盤情報整備」以上の成果もあげることができた。さらに、Densu 川での検討を通じて得られた知見や解析技術の他地域展開（スリランカ）も開始している。水循環のうち地下水資源の探索については、広く国内外への技術展開に向けて民間セクターとの共同開発が2021年度から始まっている（JST-SOLVE for SDGs ソリューション創出フェーズ等）。

③研究題目1の研究のねらい（参考）

ガーナにおける気象・水文観測網は必ずしも十分なものでなく、国土の大部分は未計測・観測不足地域となっている。また、地理情報や社会データについても、一部は政府機関・研究所により作成・公開されているが、その情報量は少なく、その限られたデータも散在している。そこで本研究題目では、水資源診断を実施するため必要となる自然環境・各種統計・水利用に関する情報を含む統合的なデータセットの作成に取り組んだ。また、各種情報を共通の座標系・投影法で地図化し、各要素の空間的な分布や要素間の位置的対応関係を把握できるようにすることで、対象地域における利用可能水量、水需要量及び水利用量のバランスを把握し、水量に関する水安全性評価を実施した。ネパールにおいても気象・水文観測や水関連データの整備状況は同様であるが、先行 SATREPS で構築した水安全性マップを基盤とし、研究題目2で収集する水質汚染や健康影響に関する情報を追加することでデータセットを拡充することができた。さらに、ネパールとガーナの両国において作成した各種地図情報を集約し、ステークホルダー同士が情報を共有するためのプラットフォームを構築した。

④研究題目1の研究実施方法（参考）

ネパールにおける先行 SATREPS での水安全性マップ作成の経験を踏まえ、ガーナにおける水資源診断に必要な水文・地理情報や水利用情報の収集・整理を行った。なお、各種データの整備においては、衛星観測データや広域地理情報と数値モデルの統合利用による「未計測流域・データ不足地域の水文予測技術」を活用した。また、収集したデータを地図情報として整備することで、対象地域における水資源量の時間・空間的な分布と変動性を把握できるようにした。さらに、地図情報を集約した情報プラットフォームを整備することで、研究開発メンバー及び当該地域のステークホルダーとの情報共有を可能にした。

(3) 研究題目2：「水質汚染・健康影響状況の可視化」（リーダー：北里大学 清和成）

①研究題目2の当初の計画（全体計画）に対する研究期間での成果の達成状況とインパクト

ネパール、ガーナ両国における水質汚染の状況と健康影響状況についての情報収集を実施した。

なお、データ収集に際しては、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響のため現地研究機

【終了報告書】

関訪問が実施できなかったものの、ネパールでは、カトマンズ盆地給水管理理事会（Kathmandu Valley Water Supply Management Board: KVWSMB）の協力により、2021年1月（乾期）にカトマンズ盆地の深井戸 25 地点の地下水が採取され、現地に滞在中であった山梨大学の研究員が大腸菌、大腸菌群、微生物遺伝子検出のための前処理（ろ過濃縮）を実施するとともに、水質測定、同位体測定、微生物遺伝子解析のために日本に向けて輸送を完了した。また、感染症流行状況を推定するため、2020年7月～2021年2月に下水処理場や河川水等の水試料（84 試料）を採取し、同様に日本への輸送を完了すると共に、これらの試料から新型コロナウイルスや腸管系ウイルス（ノロウイルス、ロタウイルスおよびアイチウイルス）を検出することに成功し、現地における下水疫学調査の有効性を示すことができた。別途、SATREPS 課題にて採取、輸送済みの試料中の薬剤耐性遺伝子のデジタル PCR による定量を継続して進めており、これまでに約 100 試料の解析を完了した。

ガーナでは、相手国研究者（ガーナ大学野口記念医学研究所 Samuel K. Dadzie 寄生虫研究部長）の協力のもと、新たに Council for Scientific and Industrial Research, Water Research Institute の Mike Yaw Osei-Atweneboana 所長・教授の紹介を得て、調査地選定に向けた基礎情報収集を実施した。ネパール、ガーナ両国ともに、現地の水質汚染や健康影響状況は時々刻々と変化していく中で、ネパールでは SATREPS 後の状況、特に新型コロナウイルス感染拡大下における状況を明らかにするための試料が入手できていること、ガーナでは、当国で初めて水質汚染と健康影響状況の総合的な情報の集約に着手できたことは大きな成果であると言える。解析、収集データは、研究題目 1 で進められている地図情報上に反映させるべく鋭意進めている。

②研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

上にも記載したように、ガーナでは、相手国研究者のネットワークを介して、当初参画していなかった政府機関の研究者から全面的な協力を取り付けることができ、特に化学物質による水質汚染の状況とその健康影響について、強力な情報源を得ることができたことは、当初想定していなかった新たな展開であると言える。ただし、新型コロナウイルス感染拡大下では政府機関のリソースがその対応に特化せざるを得ない状況となり、研究期間内にまとまった情報を得るには至らず、断片的な情報収集にとどまった。現在、本課題に加えて、ワンヘルス人材育成（JSPS 研究拠点形成事業・B アジア・アフリカ学術基盤形成型）や水質汚染国際比較（JSPS 科学研究費・基盤 B）に関するガーナとの共同研究が進行中であり、aXis 終了後も継続、さらなる展開を図る予定である。また、下水疫学については、インドネシア、ベトナムにも展開して国際標準法の共同開発が始まっている（JST・e-ASIA）。

③研究題目 2 の研究のねらい（参考）

ガーナにおける感染症、水質汚染やそれに起因する健康影響についての情報集約は必ずしも十分なものでなく、一部が政府機関・研究所により収集されている現状に留まる。現地の行政機関や医療機関では、どこにどのような健康リスクが現存しているのか体系的な情報が求められる中、その情報集約のための仕組みやプラットフォームは脆弱である。そこで本研究題目では、水質汚染に起因する健康被害を軽減、解決するために必要となる汚染状況、健康影響状況に関する情報の集約に取り組む。また、研究題目 1 で進められる各種情報の共通座標系・投影法による地図化されたプラットフォーム上に、各要素の空間的な分布や要素間の位置的対応関係を把握できるようにすることで、対象地域における化学物質や病原体による汚染に関する水安全性評価を実施する。ネパールに

【終了報告書】

においてもこれらのデータの整備状況は同様であるが、先行 SATREPS で構築した水安全性マップを基盤とし、収集する水質汚染や健康影響に関する情報を研究題目 1 で更新されていく地図上に追加することでデータセットを拡充する。さらに、ネパールとガーナの両国において作成した各種地図情報を集約し、ステークホルダー同士が情報を共有するためのプラットフォームの構築に資するデータの蓄積を図る。

④研究題目 2 の研究実施方法（参考）

ネパールでは、先行 SATREPS で調査対象とした地下水、河川水、下水処理場や水道水源をベースに、基本的な水質データとウイルス、細菌、原虫などの各種病原微生物データ及び現地で流行している感染症情報を収集する。20 地点で 2 期（雨季と乾季）程度のデータセットを揃え、既に作成されている先行 SATREPS の水安全性地図情報に追記する。また、ガーナでは、南東部を中心に、調査対象地域の選定から始める。衛生問題に起因する下痢症などの基本的な疾患に加え、顧みられない熱帯病（Neglected Tropical Diseases : NTDs）や無計画な都市・資源開発による環境汚染に起因する健康被害の状況も踏まえて調査対象地域を選定する。その上で、ネパールでの調査内容に加え、鉱山周辺地域の水銀をはじめとする各種重金属汚染とこれに起因する健康被害の状況を調査する。

(4) 研究題目 3 : 「水処理装置の高機能化」(リーダー: 山梨大学 遠山忠)

①研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する研究期間での成果の達成状況とインパクト

研究課題 3-1 については、先行 SATREPS の LCD (Locally-fitted, compact and distributed) 水処理装置の規模を多様化させることを目的にネパール・カトマンズにおいて、大型 LCD と小型 LCD の水処理装置を設置して実証試験を行う計画であった。当初予定していた渡航ができなため、日本人による現地活動はできなかったが、リモートによる協議とサポートを重ねて新たな水処理装置を現場に設置して実証試験を開始することができた。その後、委託先の NGO である Centre of Research for Environment, Energy and Water (CREEW) が水処理装置の性能評価のための水質データをモニタリングし、定期的なリモート会議によってその結果を双方で確認し、必要に応じて水処理装置にメンテナンスと改良を実施した（右写真）。さらに、



2021 年 12 月から 2022 年 1 月にかけてネパール・カトマンズに渡航し、SATREPS 及び aXis プロジェクトで設置した LCD の稼働状況を確認し（SATREPS で設置した LCD 6 機のうち 3 機、aXis で設置した 1 機が稼働中）、それらのメンテナンス・改良を行った。また、今後現地において LCD の普及・運営を担っていく予定の KVWSMB と CREEW にヒアリング・アンケート調査を実施した結果、(1) 開発・設置した LCD の水処理性能については満足していることが確認されるとともに、(2) 更なる普及のためには LCD の規模を多様化（特に大型化）すること、LCD 装置材用の低コスト化と現地調達が可能で代替品が必要なこと、必ずしも LCD 装置の運転管理方法が周知されていないことなどの課題が明らかとなった。さらに、LCD 社会実装の促進に向けた

【終了報告書】

課題を山梨大学、KVWSMB と CREEW で議論するミーティングを開催し（2022 年 1 月 18 日）、LCD の運転管理、修理、ユーザーへの情報共有や普及に関しては KVWSMB と CREEW 両者で実施していくことが確認された。

研究課題 3-2 については、先行 SATREPS の LCD 水処理装置の規模を多様化させることを目的に山梨県内の下水処理場と畜産施設に、ナノバブル技術を導入した高度水処理槽（ナノバブル空気・水素・オゾンの間欠供給水処理槽）と、下水と畜産排水の処理を目的とした人工湿地を設置した。2020 年 8 月から 2021 年 3 月にかけて 8 か月の実証試験を行い、両方の水処理装置によって下水及び畜産排水から有機物と窒素成分を長期間安定的に除去できることを確認した。これまでの STREPS 研究では、LCD 水処理装置の処理対象が汚染地下水に限られていたが、下水や畜産排水も効率的に処理できることが確認された。すなわち、水処理装置の対象水の多様化を実証することができた。

コロナ禍で 2020 年及び 2021 年の数ヶ月にわたって大学での研究活動が制限されたこと、さらに、渡航が制限されたことの影響により実施期間を延長したが、予定していた実証試験をプロジェクト期間内に実施することができた。ネパール及びガーナにおいて開発した高機能 LCD 水処理装置は、運転管理が容易で消費電力も少ないことから他地域への展開も可能であると評価できる。

②研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

日本人によるネパール現地での活動無しに LCD 水処理装置の設置・運転を開始できたことは、持続可能な社会実装に必要な人的資源がこの段階で充実しつつあることを示している。2021 年度末に、相手国政府機関 (KVWSMB) と認定環境 NGO 法人 (CREEW) が LCD 普及に向けた協力体制を公式合意し、当該 NGO に対する委託事業を開始した。また、窒素除去技術に関する民間セクターとの共同開発 (JST・SOLVE for SDGs ソリューション創出フェーズ等)、ネパール・カトマンズの NGO (上記機関と別) と人工湿地技術の共同開発が本課題の後に始まり、本課題の成果を今後も継続的に展開する体制が整えられた。

③研究題目 3 の研究のねらい (参考)

先行 SATREPS では、カトマンズの窒素汚染地下水の処理技術として小規模・自立分散的に設置可能な水処理装置 (LCD) を開発し、その有効性を実証した。また、コミュニティ規模 (数百 L/日) の給水装置を現地で生産するための規格を定め、水処理装置の運転管理ハンドブックを作成して関係各所に配布し、社会実装への基盤を築いた。しかし、住民の水利用形態や水需要量は多様で先行の開発技術のみでは必ずしもユーザーの需要に対応できないこと、また経済性や水循環の健全性に資する情報が不足気味で導入のインセンティブに繋がりにくいことが、広い社会実装の障壁となっていた。そこで、研究課題 3-1 では、カトマンズを主な実施地として、LCD 水処理装置の規模を多様化させることを目的とした。

一方、先行 SATREPS では水処理の対象が窒素汚染された地下水であったため、開発した水処理技術の導入先は限定されていた。この技術をより高度に改良することで、医療施設への給水や災害時の応急給水にも用途が広がる。また、地域の環境水や下水の水質改善は安全な飲料水の確保につながる。そこで、研究課題 3-2 では、LCD 水処理装置の対象水を多様化すること目指し、カトマンズの状況を想定した日本国内での実証実験によって、下水と畜産排水に対する LCD 水処理装置の適用可能性を評価することを目的とした。

【終了報告書】

④研究題目 3 の研究実施方法（参考）

研究課題 3-1：カトマンズを主な実施地として、LCD 水処理装置の規模を多様化させる。先行研究で窒素汚染地下水の処理装置として開発したドロッピング硝化、水素酸化脱窒、砂濾過槽を現地の事情に応じて組み合わせ、複数のコミュニティ（数百世帯）を対象にスケールアップした装置（処理能力 数～数十 m³/日）と、一世帯を対象にスケールダウンした装置（処理能力：数十 L/日）を開発し、これらをカトマンズに設置して、その処理性能、実用性、経済性を明らかにすることを目指した。

研究課題 3-2：高度水処理槽（ナノバブル空気・水素・オゾンの間欠供給水処理槽、処理能力 数百 L/日）と、環境水・下水の処理を目的とした人工湿地（処理能力 数百 L/日）を集中的に開発する。今回は、カトマンズの状況を想定した日本国内での実証実験と、現地での短期間の可能性評価実験を計画する。これらにより、カトマンズ的生活用水以外に適用する場合の課題を見つけ、それを改善するための装置設計と導入の経済性を評価する。また、ガーナについても、文献レビューやネパールでの実証実験や経験の知を集約することにより、ガーナの環境課題の解決に資する水処理技術の可能性検証を行う。

II. 今後のプロジェクトの進め方、及び成果達成の見通し（公開）

全ての研究テーマについて、来年度（2022）以降にネパールの主たる政府系カウンターパート機関である KVWSMB が本事業の成果に基づいて、量と質の情報を備えたきめ細かい地下水（特に深層）の資源管理、および、小型自立式水処理装置の設置・管理を本格的に事業化する意欲を見せている。後者では、環境系認定 NPO（CREEW）と協定を結んで進める計画を表明している。また日本側チームとしては、現在進行中の他事業（SOLVE for SDGs）において国内への技術移転（逆輸入）と、同時に下に述べる海外での他地域展開を図る計画である。

研究題目 1 「水循環の地図化」については、水資源診断に利用できる各種情報を様々な利害関係者（研究者、水管理者、一般市民）に対してどのように提供するか、公開の対象とポリシーを含めて、今後も対象国の関係機関と緊密に討議しながら検討を続ける。また、収集した情報を利用したモデリングや解析結果の活用方法等の技術移転については、相手国からの留学生や短期・長期研修の受け入れなどを継続することで、人材育成プログラムと連動した自立性と持続性の発展を考えている。

研究題目 2 「水質汚染・健康影響状況の可視化」については、日本側研究者の渡航はできなかったものの、本プロジェクトで雇用している博士研究員が現地滞在中に滞在していたため、カウンターパートと共同し、ロックダウンの発令状況を勘案しながら調査を実施することができた。当初予定していた雨季と乾季の2回の地下水調査はできず、乾季の実施のみとなったものの、地点数を25地点に増やして実施しており、空間的な解析に重点を置いた測定を今後実施する予定である。健康影響評価については、新型コロナウイルス感染拡大の影響により従前の診断が行われていない状況であることから、代替として、2020年7月～2021年2月に断続的に下水処理場や河川での調査を実施し、感染流行状況の推定に現在取り組んでおり、当初予定以上の成果を得ることを予定している。

研究題目 3 「水処理装置の高機能化」については、SATREPS以降、キャパシティービルディングや技術移転の基礎の構築が最も進んでいたことから、困難な状況が続く中でもネパール現地における実装の普及と促進が可能であることを実証することができた。従って今後は、関係国の初期からのキャピビルとリモート交流を活用したコミュニケーションの補間を重視しながら、さらに技術・製品サプライヤーの選定や排水処理技術の多機能化・低負荷化を進めることで、日本国内やガーナを含めた世界展開に向けた活動を続ける意欲を持っている。

III. 社会実装に向けた課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

・研究成果を社会実装につなげるための課題、現状及び課題解決に向けて取り組んだこと

ネパールにおける先行 SATREPS 事業で学んだ、水の安全性診断・処理・評価を連結させた技術を実装する際の障壁は、政府・民間・住民のどのステークホルダーに対しても導入する技術の経済性と健全性・頑健性を共有する段階まで達していないことにあった。本課題ではこれらの点における当該技術の優位性を実証し、現地に定着させる過程と要点を相互確認することに集中した。取り組みの詳細は以下に記す通りである。

【終了報告書】

- ・各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫

本課題のコア技術である「水資源診断」と「分散型浄化システム」のどちらについても、水安全性に関わる情報を統合・共有する技術、住民の需要に応じて水処理の規模と対象を多様化する技術を開発・強化することで、経済性、健全性、頑健性を改善することができた。

既出の2(1)の繰り返しになるが、新型コロナウイルス感染拡大により渡航が厳しく制限される中、現地に滞在するネパール人研究員が地元カウンターパートと協力しながら試料採取、データ収集、システム管理等の研究活動を着実に推進したのは非常に大きな貢献であり、延長期間においてもこのような貢献が続くことを強く期待したい。さらに、事業期間にネパールとガーナの両国から修士課程計3名、博士課程計1名の新入学生を迎え、研究と教育の双方で国際協働を加速させる可能性を広げることができた。

当該地域での普及促進や他地域への展開に向けて、課題解決のための技術を現地に定着させるにはどのような過程をたどる必要があるのか。SATREPS と本 aXis 事業の国際協働を通して、本課題に取り組むチームが学んだことを、ネパールを例に以下のようにまとめることができる。

ステップ	貢献度 (%)	
	日本	ネパール
7. 持続的な 維持管理		100
6. 自給自足 による実施と運営		100
5. 共同作業 による実施	50	50
4. 技術の 移転	90→50	10→50
3. 人材育成 とその改善 (技術研修と大学院教育)	90→50	10→50
2. 過程の 議論 と 方法づけ	90	10
1. 情熱の共有	90	10

自己評価とフィードバック
(聞き取りや質問紙等の調査で課題を同定)

ステップ1から7へ進むにつれ、活動の主体が日本から相手国へ徐々に移行するような過程が必要であった。また、本課題でもまだ十分実現できたとは言えないが、できるだけ早い時点で聞き取り調査等による自己評価を行い、その結果を分析して初期段階へフィードバックしながら修正を繰り返すこと、これらが可能となるような有機的な関係を築くことが重要であると感じている。

- ・プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項

プロジェクト全体については、上述の通り、特に相手国が中心となって取り組むべき事項はステップ6と7、および自己評価・フィードバックである。さらに、各研究題目で挙げられた具体的な事項を以下に記す。

研究題目1「水循環の地図化」については、本プロジェクトにより構築・強化された連携を継続的・持続的なものとするためには、プロジェクトを主導する相手国研究機関のリーダーの存在に加

【終了報告書】

え、実働できる若手研究者・技術者・実務者の育成、定着が必要になると考えられる。対象国への渡航が実施できない状況下においても、ネパールでの研究活動を推進できた要因の一つとして、このような若手人材の存在が挙げられる。同様に、今後ガーナにおいても若手人材が現地機関に配置・定着され、人的ネットワークの構築が進むことを期待する。

研究題目2「水質汚染・健康影響状況の可視化」については、ネパールの調査では採水地点の選定も含め、相手国研究機関・研究者が主体的に計画を立てて実施する体制が構築されつつあり、今後も継続して実施されることが期待される。基本的な水質・微生物測定は相手国研究機関・研究者でも実施できるようになってきているが、安定同位体比や微生物遺伝子の測定等は、高額な機器や試薬が必要となるために現地では測定できておらず、実験環境の整備が必要と考えられる。

研究題目3「水処理装置の高機能化」については、先行のSATREPSでネパールにおけるキャパシティビルディングと技術移転ができていたため、渡航困難な状況においてもリモートの交流により実証試験を通じた技術の強化への取り組みが十分に可能であった。今後、技術が普及して地域に浸透するためには、上記と同様、相手国の政府や公的研究機関が人材と事業計画を継続的に確保することからさらに発展して、NGO等を軸としたベンチャー的な活動を推奨、支援するための改革が望まれる。

いずれのテーマにおいても、開発した技術の市場性のみでなく、行政等がつくる制度により住民に担保される公平性、および、住民の生活満足度を担保する自治性・民主性の各要素を分析・評価した上で、それぞれのステークホルダーがバランスを決めるための対話を続けることが重要である。その意味で、我が国の今後の技術協力や科学技術外交においても、住民やそれを支援する非営利・非政府組織の存在をこれまで以上に重視すべきであると考えられる。

・諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果

研究題目1「水循環の地図化」と研究題目2「水質汚染・健康影響状況の可視化」については、ネパールにおいては、2020年夏（雨季）に共同で現地調査を計画していたものの、新型コロナウイルス感染拡大によるロックダウンが断続的に実施されていたため、計画通りには実施できなかったが、ロックダウンが一時的に解除された期間に調査を実施し、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行状況を推定するための下水や河川水等の試料を入手した。乾季の調査に関しても、航空機の減便やプラスチック製品の世界的な需要の高まりの影響により、資材の確保と現地への輸送が遅延したものの、現地での作業を変更・工夫することで必要最小限の資材で調査を実施することができた。研究題目3「水処理装置の高機能化」については、前項で述べたとおり人材と技術移転の基盤が最も強固であったため、渡航困難な状況でもリモートの交流により活動を推進することができた。

(2) 研究題目1：「水循環の地図化」（リーダー：山梨大学 石平博）

・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

研究期間を通じて海外渡航が困難であったが、メール会議を通じて相手国研究者（ガーナ大学

【終了報告書】

Kwasi Addo 教授、カトマンズ盆地給水管理理事会 KVWSMB Sanjeev Rana 理事長) と研究推進のための協力体制やスケジュール等について意見交換を実施してきた。ガーナについては、他の研究題目も含め当該地域出身の国費留学生(2020年度:2名、2021年度:1名)を通じて現地の水資源、水質、水需給の状況に関する情報収集も行うことができた。ネパールについては、先行 SATREPS での活動を通じてカウンターパート(KVWSMB や現地 NGO) との連携・協力体制が確立されており、これを活用して情報収集等の活動を実施してきた。具体的には、研究活動 1-2 及び 2-1 のために、KVWSMB の研究員らと、定期的なオンラインミーティングを実施し、その中で、現地の研究グループが保有している地下水に関する情報と、不足データも確認することができた。また、水資源の診断をする上で基本的な情報となる地下水の年代に関する情報が不足していることも明らかとなり、研究期間後期に現地調査を実施することができた。

・ **実証試験や社会実装に向けた取り組みにおける教訓、提言等。**

水資源診断に利用できる各種情報を、研究者、水管理者、一般市民など異なる視点を持つ様々な利害関係者に対して提供する方法については、今後も検討を続ける必要がある。また、データ・情報公開の対象、アクセス権を含む公開ポリシーについても、対象国の関係機関と緊密に討議する必要があると考えられる。さらに、収集した各種情報を利用したモデリングやその解析結果の活用方法等に関する技術移転については、今後も国費留学生受け入れや短期・長期研修などの人材育成プログラムと連携しながら進めていく予定である。

(3) **研究題目 2 : 「水質汚染・健康影響状況の可視化」(リーダー:北里大学 清和成)**

・ **相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。**

ネパールについては、既に先行 SATREPS を通じて良好に構築されていたが、本研究題目でもこれらを維持、発展させることができた。外部連携については、現地の感染症情報の収集と公開に際して、保健省やトリブワン大学医学部附属病院との連携を進めるべく、先行 SATREPS で築いた人脈を最大限に活用する予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大による影響が極めて大きく、保健省や病院との連携は叶わなかった。また、ガーナについては、北里大学と山梨大学は、ガーナ大学と良好な協力関係を築きつつあり、本事業の課題実施に際しても全面的な協力を約束してくれている。実際、Council for Scientific and Industrial Research, Water Research Institute の Mike Yaw Osei-Atweneboana 所長・教授の紹介を得ることができた。ただし、当初想定していた外部連携先である野口記念医学研究所及びコレブ(野口英世記念)病院も含め、いずれの機関も新型コロナウイルス感染拡大防止対応で精一杯の状況であったことから、現地で流行している感染症情報や汚染に起因する各種疾病情報の収集と公開に向けた検討は、当初の期待通りには実施できなかった。しかし、現地のカウンターパートとの良好な関係は継続できており、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の状況が落ち着きさえすれば、今後も継続した協働が可能であると考えている。

・ **実証試験や社会実装に向けた取り組みにおける教訓、提言等。**

流行感染症情報について、ネパール、ガーナ両国民に必要な以上の不安を与えないよう、何をどこまで公開するかということが挙げられる。両国の関係機関と緊密に討議し、合意を得た範囲で

【終了報告書】

公開することにより、解決を図る必要がある。

(4) 研究題目3：「水処理装置の高機能化」（リーダー：山梨大学 遠山忠）

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。

先行 SATREPS での活動を通じて相手国研究機関（ネパール・KVWSMB）及び業務委託先（CREEW）との連携・協力体制が確立されており、海外渡航が困難な機関は、これを活用して研究推進のための協力体制やスケジュール等についてメール会議及びリモート会議を行った。そのリモート会議を重ね、業務委託先の CREEW が水処理装置の設置と実証試験を実施することができ、その結果を定期的なリモート会議によって双方で確認し合いながら、装置のメンテナンスと改良を加えて、問題なく実証試験を継続した。プロジェクト終了にあたり、LCD の現状と今後の普及・運営計画を確認するため、コロナ感染状況が落ち着いた僅かな期間（2021年12月から2022年1月）に研究員1名がネパール・カトマンズに渡航し、KVWSMB および CREEW と協議した。

- ・実証試験や社会実装に向けた取り組みにおける教訓、提言等。

先行の SATREPS からキャパシティービルディング、技術移転、研修生や博士学生の受け入れ・教育を積極的に行ってきたことから、相手国の研究者・研究機関が十分な技術力を有しており、さらに研究開発の目指すビジョンや方法論を日本側と共有できている。そのため、コロナ禍における渡航不可能な時期においてもオンライン会議を通じて実証試験を着実に、かつ、迅速に行うことができた。これは、今後の国際プロジェクトへの有益な教訓・提言となる。すなわち、初期にキャパシティービルディングや技術移転の基礎を築くことにより、リモート交流活動によって相手国での実証試験と社会実装が可能であるといえる。

IV. 日本のプレゼンスの向上（公開）

相手国における政府機関と NPO 機関の協定締結計画を仲介できたこと、影響力の高い国際学術誌における成果の公表、国際学会招待講演や国内やラジオ放送による本事業の紹介など。

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VI. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VII. その他（非公開）

以上

【終了報告書】

V. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2021	Sarmila Tandukar, Niva Sthapit, Ocean Thakali, Bikash Malla, Samendra P. Sherchan, Bijay Man Shakya, Laxman P. Shrestha, Jeevan B. Sherchand, Dev Raj Joshi, Bhupendra Lama, Eiji Haramoto: Detection of SARS-CoV-2 RNA in wastewater, river water, and hospital wastewater of Nepal, 2022, Science of the Total Environment. 824:153816.	10.1016/j.scitotenv.2022.153816	国際誌	発表済	
2021	Bijay Man Shakya, Takashi Nakamura, Sadhana Shrestha, Sarad Pathak, Kei Nishida, Rabin Malla: Tap water quality degradation in an intermittent water supply area. Water, Air, & Soil Pollution	10.1007/s11270-021-05483-8	国際誌	発表済	

論文数 2 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 2 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2021	Jayapadma JMMU, Souma K, Ishidaira H, Magome J, Wickramaarachchi TN: The Effect of Incorporation of Embankment Information for Flood Simulation of the Gin River, Sri Lanka, Journal of Disaster Research		国際誌	accepted	
2021	Maharjan AK, Mori K, Nishida K, Toyama T: Nitrogen removal from ammonium-contaminated groundwater using dropping nitrification-cotton-based denitrification reactor. Water Supply, 2021.ws2021258	10.2166/ws.2021.258	国際誌	発表済	
2021	Maharjan AK, Mori K, Nishida K, Toyama T: Ammonium removal from alkaline groundwater using a dropping nitrification unit with sponge or biofringe material. Journal of Water and Environment Technology, 2021, 19(6), 302-315.	10.2965/jwet.21-084	国際誌	発表済	
2021	Kobayashi Y, Ito Y, Shrestha S, Yokomichid H, Nishida K: International Health, Relationship between diarrhoea risk and the combinations of drinking water sources in the Kathmandu Valley, Nepal	10.1093/inthealth/ihab032	国際誌	発表済	
2021	Ito Y, Kobayashi Y, Yokomichi H, Shrestha S, Kiem AS, Nishida K: Physical and non-physical factors associated with water consumption at the household level in a region using multiple water sources, Journal of Hydrology: Regional Studies	10.1016/j.ejrh.2021.100928	国際誌	発表済	
2021	Cao TTH, Nakamura T, Toyama T, Nishida K: A protocol for nitrogen isotopic measurement of dissolved organic nitrogen with a combination of oxidation-denitrification and gas phase diffusion methods, Isotopes in Environmental and Health Studies	10.1080/10256016.2021.1948411	国際誌	発表済	

論文数 6 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 6 件
 公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

V. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、年月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 0 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、年月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2021	国内学会	原本英司(山梨大学)新型コロナウイルスの下水疫学研究の展開, 日本水処理生物学会第57回(神奈川)大会, シンポジウム「水処理と感染症」, 2021.10.28	招待講演
2021	国際学会	Eiji Haramoto (University of Yamanashi) Wastewater surveillance for monitoring of the incidence of COVID-19 in communities. STI (Science, Technology and Innovation) for Global Challenges: International Research Collaboration Against the COVID-19 Crisis, Online, 2021.12.15	招待講演
2021	国際学会	Ke Nishida (Univ Yamanashi), Rainforcing and accelerating technologies for ensuring domestic water security by water resources diagnosis and decentralised treatment system. The 2nd Japan-ASEAN Multi-stakeholder Strategic Consultancy Forum, Online, 2022.2.23	招待講演

V. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

V. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日 (例:2020/4/1)	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2021	2021/8/13	Best Presentation Award	国際会議における優秀な発表	Maharjan, A.K.	The 13th International Joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy (AETEE) Committee	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

1 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日 (例:2020/4/1)	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2021	2022/2/3	FM FUJI	ACTUS 山梨大学FUTURE SEED		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2020	2021/2/4	FM FUJI	Yes Morning SDGsみらいレポート		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2020	2021/2/11	FM FUJI	Yes Morning SDGsみらいレポート		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2020	2020/11/20	UTYテレビ山梨「スゴろく」	感染拡大の予兆を捉える研究 (VTR出演)		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2021	2021/5/25	YBS山梨放送「YBSワイドニュース」	下水からコロナ検出 最新研究 (VTR出演)		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2021	2021/9/27	YBS山梨放送「YBSワイドニュース」	下水中の新型コロナウイルス 高感度検出 (VTR出演)		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2021	2022/1/19	NHK甲府「Newsかいドキ」	感染拡大を察知せよ 下水調査の最前線 (VTR出演)		3.一部当課題研究の成果が含まれる	

7 件

V. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等／実証試験等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日 (例:2020/4/1)	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2021	2022/1/18	aXis Project Meeting	オンライン	31(5)	非公開	ネパール側機関との全体ミーティングにおいて、進捗の相互確認と社会実装と普及促進に向けた将来計画について協議を行った。
2021	2021/11/10	小学校での特別授業	上野原西小学校	68(0)	非公開	(社)山梨科学アカデミーを通じて左記小学校から依頼のあった「未来の科学者訪問:SDGsと環境問題」の特別授業において、本事業における取り組みを紹介した。

2 件

② 実証試験等

年度	実施期間(実施日)	実証項目	実施場所	概要
2020-2021	2020.9.1～継続中	研究課題3-2(高度水処理槽:ナノバブル空気・水素・オゾンの間欠供給水処理槽)	山梨県・峡東浄化センター	水処理装置の下水処理性能を評価する実証試験
2020-2021	2020.9.12～2022.3.31	研究課題3-2(人工湿地)	山梨県・畜産酪農技術センター	水処理装置の畜産排水処理性能を評価する実証試験
2020-2021	2020.10.1～継続中	研究課題3-1(大型および小型LCD)	カトマンズ	大型および小型LCDの水処理性能を評価する実証試験

3 件